

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет»

На правах рукописи

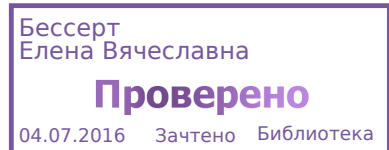
Казаров Андрей Вячеславович

**Управление процессом компаундирования
при получении товарных топлив**

Направление 22.04.01- «Материаловедение и технологии новых материалов»

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
на соискание академической степени магистра

2016



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный технический университет»

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор
Петров В. В.

Рецензент

специалист по контролю за
проектно-изыскательскими работами
ООО «РН-КНПЗ»
Кулик А. А.

Защита состоится «29» июня 2016 года в 12 часов 00 мин на заседании государственной аттестационной комиссии по направлению подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии новых материалов» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681013, г.Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 202/2

Автореферат разослан 23 июня 2016 г.

Секретарь ГЭК

Шпилева А.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. На сегодняшний день перед отечественными нефтеперерабатывающими предприятиями стоит задача повышения эффективности переработки нефти и качества выпускаемых товарных продуктов. Важнейшим процессом производства жидкого топлива является процесс компаундирования бензинов, который в значительной степени определяет свойства конечного продукта.

Процесс компаундирования является завершающим и наиболее ответственным в формировании количественных и качественных показателей товарных нефтепродуктов. Это обусловлено тем, что на смешение поступают разные объемы компонентов, имеющие различные показателями качества и представляющие собой полупродукты процессов первичной и вторичной переработки нефти. Большое значение для оценки работы всего предприятия имеет производство нефтяных продуктов с показателями качества, удовлетворяющими требования принятых норм и стандартов, так как основное количество продуктов, вырабатываемых на различных установках нефтеперерабатывающего завода, вовлекается в процесс компаундирования.

Главным недостатком существующих в настоящее время систем управления процессом смешения бензинов является отсутствие эффективных автоматизированных систем управления, позволяющих осуществлять процесс компаундирования при приготовлении бензинов различных марок в оптимальных условиях. Это связано с трудностями создания математических моделей, учитывающих заданный широкий диапазон изменяющихся параметров, ошибки в определении соотношения компонентов и присадок, а также наличие неучтенных потерь производства.

Таким образом, решение проблемы повышения качества управления процессом компаундирования товарных бензинов путем создания систем автоматизированного управления является актуальной научной задачей.

Целью работы является разработка системы автоматизированного управления технологическим процессом компаундирования высокооктановых бензинов, позволяющих определять и поддерживать на оптимальном уровне значения расходов участвующих в смешении компонентов в ходе приготовления нескольких марок бензинов в соответствии с требованиями стандартов и ГОСТа.

Основные задачи:

- разработать структуру функционирования системы управления процессом компаундирования;
- исследовать математическую модель процесса компаундирования товарных бензинов, адекватную реальному процессу в заданном диапазоне изменяющихся значений расходов компонентов, вовлекаемых в смешение при приготовлении высокооктановых марок бензина;
- разработать алгоритм определения оптимальных расходов компонентов на приготовление высокооктановых марок бензинов.

Научная новизна работы:

На основе анализа существующих систем управления процессом компаундирования разработаны алгоритм и структура функционирования системы управления процессом смешения высокооктановых марок бензинов.

Исследована рецептура смешения компонентов для приготовления различных марок товарных бензинов, а также произведено моделирование точной схемы компаундирования.

Практическая значимость работы заключается в разработке системы управления процессом смешения бензинов, позволяющей повысить эффективность процесса компаундирования высокооктановых бензинов за счет снижения перерасхода высококачественных дорогостоящих компонентов и выпуска некондиционных партий товарного продукта.

Разработана структура данных технологических параметров, позволяющая систематизировать информацию о качественных и количественных характеристиках участвующих в смешении потоков.

Созданная система управления технологических процессов смешения может быть использована на нефтеперерабатывающем предприятии при проведении компаундирования бензинов в резервуарных парках.

Личный вклад автора состоит в том, что в диссертации представлены результаты исследований, выполненных самим автором. Личный вклад автора состоит в постановке задач исследования, разработке экспериментальных методов их решения, в обработке, анализе, обобщении полученных результатов и формулировке выводов.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения и выводов, списка литературы. Работа изложена на 53 страницах, содержит 14 рисунков, 16 таблиц. Библиографический список включает 13 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обсуждается актуальность темы диссертационной работы, степень ее разработанности, сформулированы основные цели, обоснована их новизна и практическая значимость.

В первой главе проведен анализ отечественной и зарубежной литературы, в котором отражены следующие аспекты:

- технические требования основных характеристик, предъявляемых к товарным автомобильным бензинам в соответствии с ГОСТ 2084-77 и положениями Технического Регламента Таможенного Союза (ТР ТС 013/2011);

- процессы получения автомобильных бензинов, включающие в себя первичную, вторичную переработку нефти и процессы компаундирования (смешения);

- компонентный состав автомобильных бензинов – базовыми компонентами являются продукты процесса каталитического риформинга (риформат с высокой концентрацией ароматических углеводородов и низким содержанием серы). Для снижения содержания ароматических углеводородов и

бензола в товарных бензинах используются компоненты установки изомеризации (изопентановая фракция, изомеризат). С целью увеличения объемов производства бензинов в ограниченных количествах используют прямогонный бензин, фракцию 35-100 °С и газовый бензин. Для повышения детонационной стойкости бензинов применяют в относительно небольших количествах антидетонационные октаноповышающие присадки;

- отечественные и зарубежные автоматизированные модели и системы управления процессами компаундирования товарных бензинов, учитывающие технико-экономическое планирование, которое определяет свойства и ёмкостные запасы исходных, промежуточных и готовых нефтепродуктов.

Во второй главе описана методика и техника проведения исследований по определению октанового числа бензинов в лабораторных условиях.

Октановое число – один из важнейших качественных показателей, характеризующий детонационную стойкость топлива (способность топлива противостоять самовоспламенению при сжатии) для двигателей внутреннего сгорания.

Октановое число автомобильных бензинов определяют двумя способами: исследовательским (ГОСТ 8226-82) и моторным (ГОСТ 511-82). Данные методы состоят в сравнении детонационной стойкости испытуемого топлива с детонационной стойкостью эталонных топлив, выраженной октановым числом.

Испытания по определению октанового числа проводятся на универсальной одноцилиндровой установке типа УИТ-85.

Моторный способ моделирует работу двигателя грузовых автомобилей в условиях длительных нагрузок (движение по шоссе с высокой скоростью).

Исследовательский способ моделирует работу двигателя легкового автомобиля в городских условиях (небольшая скорость движения с частыми остановками).

Антидетонационные свойства топлива определяют по специальной шкале, в соответствии с которой стойкость данного бензина к детонации сравнивается со стойкостью стандартных смесей. В качестве стандартов выбираются два вещества: гептан нормального строения (октановое число равно 0) и изооктаном (октановое число равно 100).

В третьей главе приведена разработка автоматизированной системы управления процессом компаундирования бензинов, включающая в себя структуру данных основных технологических параметров; произведено моделирование поточной схемы приготовления автомобильных высокооктановых бензинов различных марок и подведены итоги выполненной работы.

В соответствии с нормативной документацией в качестве моторных топлив в двигателях внутреннего сгорания используют 3 марки высокооктановых неэтилированных бензинов: Регуляр – 92 (ГОСТ Р 51105-97), Премиум Евро – 95 (ГОСТ Р 51866-2002), Супер Евро – 98 (ГОСТ Р 51866-2002).

Компонентный состав бензинов разных марок неодинаков, однако можно выделить следующие компоненты, составляющие основу всех неэтилированных бензинов:

- 1) бутановая фракция, получаемая при прямой перегонке обессоленной и обезвоженной нефти на установках ЭЛОУ;
- 2) изопентановая фракция, вырабатываемая на блоке низкотемпературной изомеризации и блоке предварительного фракционирования прямогонного бензина;
- 3) стабильный катализат является самостоятельным компонентом автомобильных бензинов, который получают на блоке каталитического риформинга;
- 4) изомеризат получают путем каталитических превращений низкооктановых углеводородов в изомеры на блоке изомеризации.
- 5) для повышения октанового числа неэтилированных бензинов используется присадка МТБЭ (метил-трет-бутиловый эфир).

б) для улучшения антидетонационных характеристик автомобильных бензинов используется присадка N-монометиланилина.

Помимо компонентов, перечисленных выше, в состав бензинов марки Регуляр – 92 также входят: фракция 30-100 ; а также фракция 75-100 °С.

В состав высокооктановых автомобильных бензинов марки Премиум-95 входят следующие компоненты: бутановая фракция, изомеризат, изопентановая фракция, стабильный катализат, фракция 30-100 °С, а также высокооктановые присадки МТБЭ и ММА.

Бензин марки Супер – 98 получают при смешении компонентов, перечисленных в пунктах 1) – 6).

Приготовление высокооктановых неэтилированных бензинов осуществляется смешением вышеуказанных компонентов путем их закачки в товарные резервуары участка приготовления товарной продукции в соотношении, обеспечивающем получение товарных бензинов соответствующих марок.

Разработка автоматизированной системы компаундирования высокооктановых бензинов осуществлялась в программной среде Microsoft Excel.

Для каждой марки бензина была построена таблица (рисунок 1) с основными характеристиками и перечнем компонентов, участвующих в смешении.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Исходные данные						
2	Вещество	кол-во	о.ч.	нк	пл-ть	ДНП	
3	бутан	2,00	96,6	-58	600	500	
4	катализат	7,22	99,7	41	790	50	
5	изомеризат	3,49	86,1	25	620	100	
6	Фракция 75-100	2,00	80,6	54	640	90	
7	Фр. 30-100 (E98-100)	2,00	72,2	45	670	100	
8	Изопентан	2,00	79,7	20	620	100	
9	Фракция 75-100 (низк. Темп.)	2,00	81,3	52	660	90	
10	МТБЭ	2,33	106,4	40	740	70	
11	ММА	0,23	224	29	975	150	
12	Товар	23,3	92	30,47175936	696,0210556	114,6542566	

Рисунок 1 – Исходные и расчетные данные процесса компаундирования бензина (на примере марки Регуляр-92)

Количественное содержание каждого компонента в смеси должно соответствовать требованиям, приведенным в нормативной документации. Для соблюдения данного условия в программу была введена таблица ограничений по соотношениям веществ (рисунок 2).

Таблица ограничений по соотношению		
Вещество	Не менее	Не более
бутан	0	10
катализат	0	60
изомеризат	15	35
Фракция 75-100	0	30
Фр. 30-100 (Е98-100)	0	50
Изопентан	0	15
Фракция 75-100 (низк. Темп.)	0	100
МТБЭ	0	10
ММА	0	1

Рисунок 2 – Ограничения содержания компонентов в бензине марки Регуляр – 92 (Класс 4) в соответствии с ГОСТ Р 51105-97

Расчет октанового числа конечного товарного продукта осуществлялся по формуле

$$OЧ_{см} = \frac{\sum(X_i \cdot N_i)}{M}, \quad (1)$$

где $OЧ_{см}$ – октановое число смеси автомобильного бензина, полученного в результате процесса компаундирования;

X_i – октановое число i -го компонента;

N_i – масса i -го компонента, участвующего в процессе смешения, тонн;

M – масса конечного товарного нефтепродукта, тонн.

Аналогичным образом производится расчет плотности и давления насыщенных паров каждого из компонентов.

Для определения расхода каждого из компонентов, участвующих в процессе смешения, в среде Microsoft Excel были созданы две кнопки: «*Рассчитать*» и «*Новые О.Ч.*».

Кнопка «*Рассчитать*» производит расчёт расхода (количества) по каждому из компонентов, с учетом остатка нефтепродукта в резервуаре смешения, основных характеристик веществ, а также конечного октанового числа приготавливаемого бензина.

Кнопка «*Новые О.Ч.*» позволяет выбрать нужное октановое число из списка уже имеющихся в программе.

Программы для работы кнопок «*Рассчитать*» и «*Новые О.Ч.*» приведены на рисунках 2, 3.

```
Sub Новые_ОЧ_АИ92 ()
'
' Новые_ОЧ_АИ92 Макрос
'
'
Range("D3").Select
Selection.FormulaR1C1 = "=RANDBETWEEN(930,970)/10"
Range("D4").Select
Selection.FormulaR1C1 = "=RANDBETWEEN(970,1010)/10"
Range("D5").Select
Selection.FormulaR1C1 = "=RANDBETWEEN(830,870)/10"
Range("D6").Select
Selection.FormulaR1C1 = "=RANDBETWEEN(740,820)/10"
Range("D7").Select
Selection.FormulaR1C1 = "=RANDBETWEEN(710,790)/10"
Range("D8").Select
Selection.FormulaR1C1 = "=RANDBETWEEN(760,840)/10"
Range("D9").Select
Selection.FormulaR1C1 = "=RANDBETWEEN(750,830)/10"
Range("D10").Select
Selection.FormulaR1C1 = "=RANDBETWEEN(1060,1120)/10"
Range("D11").Select
Selection.FormulaR1C1 = "=RANDBETWEEN(2200,2240)/10"
Range("D3:D11").Value = Range("D3:D11").Value
End Sub
```

Рисунок 2 – Программа для новых октановых чисел (кнопка «*Новые О.Ч.*»)

```
Sub АИ92 ()
'
' АИ92 Макрос
'
'
SolverOk SetCell:="$D$12", MaxMinVal:=3, ValueOf:=92, ByChange:="$C$3:$C$11", _
Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
SolverOk SetCell:="$D$12", MaxMinVal:=3, ValueOf:=92, ByChange:="$C$3:$C$11", _
Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
SolverSolve
SolverOk SetCell:="$D$12", MaxMinVal:=3, ValueOf:=92, ByChange:="$C$3:$C$11", _
Engine:=1, EngineDesc:="GRG Nonlinear"
End Sub
```

Рисунок 3 – Программа для расчета расхода компонентов бензина
(кнопка «*Рассчитать*»)

Программа подбирает количественный расход компонентов процесса компаундирования таким образом, чтобы конечное октановое число приготавливаемого бензина лежало в пределах от 92 до 92,3 единиц (в случае приготовления бензина марки Регуляр - 92).

После введения в программу основных компонентов, участвующих в процессе компаундирования бензина, а также их характеристик и ограничений по содержанию, производится расчет рецептуры приготовления автомобильных высокооктановых бензинов.

В данной работе процесс приготовления товарного нефтепродукта был рассмотрен на примере бензина марки Регуляр – 92. Расчет компаундирования бензинов марок Премиум Евро – 95 и Супер Евро – 98 производится аналогичным образом.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Разработана система управления процессом компаундирования бензинов, учитывающая определение оптимальных расходов компонентов на приготовление высокооктановых марок бензинов в соответствии с требованиями нормативной документации;

2. Проведено моделирование технологической схемы и разработан алгоритм процесса приготовления высокооктановых бензинов;

3. Создана структура данных технологических параметров на базе программной среды Microsoft Excel, позволяющая систематизировать информацию о качественных характеристиках участвующих в смешении компонентов.

4. Рассмотренная система управления технологических процессов смешения может быть использована на нефтеперерабатывающем предприятии при проведении компаундирования бензинов в резервуарных парках.